

ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ДИНАМИКИ КОСМИЧЕСКОЙ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ

Волошенюк О.Л.¹⁾

¹⁾ *Институт технической механики НАНУ и ГКАУ
49005, г. Днепр, ул. Лешко-Попеля, 15, office.itm@nas.gov.ua*

Как правило, разработка математической модели является наиболее трудоемким и сложным этапом в процессе решения поставленных задач динамики космических тросовых систем (КТС). Разработка математической модели состоит в определении принципиальных решений по созданию и использованию будущей модели для построения качественной картины динамики рассматриваемой системы. Поэтому оценивание достоверности получаемых результатов – необходимая часть в проведении исследований и решении поставленных задач. Численным путем мы можем дать оценку параметров и числовых характеристик основных закономерностей движения систем. Но достоверность получаемых результатов требует проведения глубокого анализа и понимания этих результатов.

Ранее для предложенной модели динамики КТС двух концевых тел, стабилизированной вращением [1] проведено сравнение результатов для процесса затухания продольных колебаний нити и изменения ориентации плоскости вращения системы с моделью КТС двух точечных масс [2]. Но сравнение результатов с [2] не позволило оценить правильность записанных формул определения параметров движения концевых тел КТС, в частности, движения тел вокруг собственных центров масс.

Для оценки правильности предложенных формул динамики концевых тел КТС предлагается новый подход, основанный на проверке сохранения постоянного значения полной механической энергии движения рассматриваемой системы.

Постановка задачи. Предполагается, что рассматриваемая система консервативна, и выполняются следующие условия: система склерономна, все силы потенциальны и потенциальная энергия не зависит явно от времени. Т. е., при выполнении этих условий необходимо показать, что в любой момент времени при движении КТС сумма потенциальной энергии центрального ньютоновского поля сил, потенциальной энергии упругой силы троса и кинетической энергии движения не меняется.

Для простоты и физической ясности общей картины движения КТС рассматривается плоский случай, т. е. предполагается, что движение КТС двух тел происходит только в плоскости орбиты (рис. 1). Предполагается также, что движение системы происходит в потенциальном поле сил — не происходит диссипации энергии в материале нити, и на концевые тела не действуют моменты гравитационных сил.

Таким образом, в потенциальном поле сил значение полной механической энергии должно сохранять постоянное значение при движении системы

$$H = T + \Pi = \text{const},$$

где T – кинетическая энергия системы;

Π – потенциальная энергия системы.

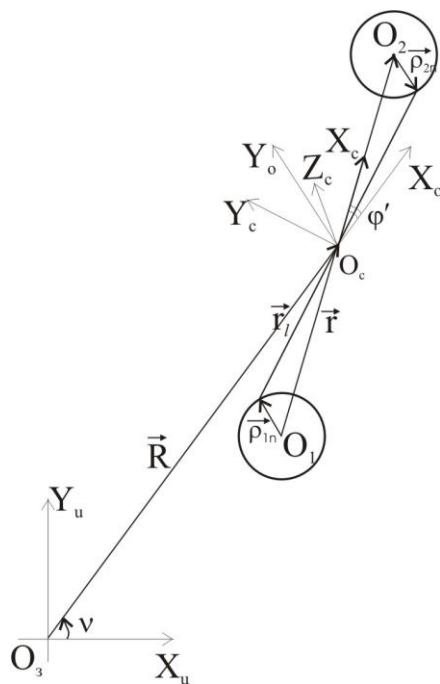


Рисунок 1 – Движение КТС двух тел в плоскости орбиты

Результаты расчетов. Записано выражение полной механической энергии движения системы. Проведена проверка сохранения постоянного значения полной механической энергии движения системы. Показано, что происходит незначительное изменение полной энергии, обусловленное влиянием гравитационного поля на относительное движение системы. Полученные результаты подтверждены аналитическими выражениями, полученными в [3].

Список литературы

1. Волощенко О. Л. Математическая модель динамики космической тросовой системы, стабилизированной вращением / О. Л. Волощенко, А. В. Пироженко // Техническая механика. – 2004. – № 2. – С. 17–27.
2. Алпатов А. П. Ротационное движение комических тросовых систем / А. П. Алпатов, В. В. Белецкий, В. И. Драновский, А. В. Пироженко и др. // – Днепропетровск : Институт технической механики НАН Украины и НКА Украины, 2001. – 404 с.
3. Пироженко А. В. Динамика космических тросовых систем, стабилизированных вращением: Дис. докт. физ.-мат. наук. – Донецк, 2007. – 307 с.